Sabina Kauf[1], Agnieszka Tłuczak[2]
Uniwersytet Opolski

Gry kooperacyjne w podejmowaniu decyzji logistycznych

Obecna sytuacja rynkowa sprawia, że funkcjonowanie przedsiębiorstw jest swoistą grą, w której zyski reprezentowane są przez punkty. Wygrywa ten, kto zdobędzie największą liczbę punktów. Takie spojrzenie na biznes ma proste odniesienie w teorii gier. Ta z kolei jest działem matematyki zajmującym się badaniem zależności optymalnego zachowania jednostek w przypadku konfliktu interesów. Pojęcie „gra" oznacza dowolną sytuację, w której uczestniczą co najmniej dwie jednostki poszukujące najkorzystniejszego dla siebie rozwiązania. Teoria gier pozwala na analizę i przewidywanie działań uczestników gry/decydentów. Zakłada racjonalne postępowanie i podejmowanie decyzji, prowadzące do maksymalizacji zysków. Każdy z uczestników decyduje o ruchach zgodnych z zasadami gry, maksymalizujących jego wygraną. Teoria gier wywodzi się z gier hazardowych, gdzie najczęściej mamy do czynienia z bezpośrednim konfliktem i konfrontacją interesów, to znaczy gra o sumie zerowej: ktoś wygrywa, ktoś przegrywa.

Współcześnie teoria gier znajduje szereg zastosowań, między innymi w ekonomii i zarządzaniu, pozwalając na optymalizowanie decyzji w warunkach współdziałania wielu podmiotów (na przykład w łańcuchu dostaw). Choć korzeni teorii gier doszukiwać się możemy już w pracach Courtona z roku 1838, to prawdziwy rozwój teorii nastąpił dopiero w XX wieku. Prekursorami w tej dziedzinie byli John von Neumann i Oskar Morgenstern. W swoich pracach zwracają oni uwagę na podobieństwa w zachowaniach rynkowych jednostek i podmiotów gospodarczych do zachowań uczestników gier towarzyskich i hazardowych. W grach tych konsekwencje działań poszczególnych uczestników gry, na przykład ruch na szachownicy, nie do końca są przewidywalne[3].

Odnosząc teorię gier do powszechnie akceptowanej teorii decyzji[4] zasadne wydaje się pojmowanie jej istoty jako interaktywnej (współzależnej) teorii decyzji. Wynika to z faktu, że ekonomia jest dyscypliną nauk społecznych, a przede wszystkim nauką w sensie pierwotnym. Posługuje się aparatem metodologicznym, generującym falsyfikowalne implikacje, podlegające testowaniu statystycznemu. Ekonomię od innych dyscyplin naukowych odróżnia:

- posługiwanie się konstruktem człowieka racjonalnego *homo economicus*, którego zachowania wynikają z dążenia do maksymalizacji zysków
- możliwość rozwiązywania problemów w oparciu o kryterium optymalizacyjne
- występowanie równowagi w modelach teoretycznych.

Wzrost znaczenia teorii gier skłonił do przedstawienia w artykule możliwości zastosowania gier kooperacyjnych w podejmowaniu efektywnych decyzji logistycznych.

Gry kooperacyjne – podwaliny teoretyczne

W teorii gier koopetycję odwzorowuje model współpracy oparty o kooperacyjną grę z koalicjami. Formalnie gra taka opisywana jest przez zbiór graczy $N \rightarrow N = \{1,2,\ldots, n\}$ oraz funkcję charakterystyczną. Zbiór graczy oznacza wszystkich możliwych uczestników gry, a koalicja – dowolny podzbiór zbioru graczy. W grze n-osobowej wszystkich koalicji jest 2^n. Może występować również wielka koalicja *N* złożona ze wszystkich graczy oraz koalicja pusta. Funkcja charakterystyczna gry jest funkcją rzeczywistą *v* określoną na zbiorze wszystkich koalicji S, jest uporządkowaną parą:

$$\Gamma=(N,v)$$

Funkcja charakterystyczna interpretowana jest w ten sposób, że dla koalicji S wielkość $v(S)$ to suma, jaką koalicja S $(S \subseteq N)$ jest w stanie samodzielnie wypracować, to znaczy bez uwzględniania postępowania pozostałych graczy. Taka interpretacja implikuje warunek, że koalicja pusta nie jest w stanie wypracować nic:

$$V\ (\emptyset)=0$$

W przypadku, gdy wiadomo jaki jest zbiór graczy, grę utożsamiamy z jej funkcją charakterystyczną i mówimy o grze *v*, a nie o grze (*N*,*v*).

1 Dr hab. S.Kauf, prof. UO, jest Kierownikiem Zakładu Logistyki i Marketingu na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Opolskiego.
2 Dr A.Tłuczak – Zakład Ekonometrii i Metod Ilościowych na Wydziale Ekonomicznym Uniwersytetu Opolskiego.
3 J. von Neumann, *Zur theorie der gesellschaftsspiele*, „Mathematische Annalen", 1928, T. 100, s. 295 i nn.
4 Teorię decyzji rozumiemy tu jako wspólny obszar zainteresowań różnych dziedzin nauki, na który składają się analiza oraz wspomaganie procesu podejmowania decyzji.

Każdorazowo korzystne jest tworzenie koalicji, a najlepsze efekty daje wielka koalicja, składająca się z wszystkich graczy. Występowanie efektu synergii w grach określane jest mianem superaddytywności, to znaczy gra kooperacyjna jest superaddytywna jeżeli dla każdej pary koalicji S i T spełniony jest warunek[5]:

$$v\,(S) + v\,(T) \leq v\,(S \cup \mathrm{T}),\ S,T \subseteq N,\ S \cap T = \emptyset$$

oraz warunek istotności gry:

$$v\,(N) > \sum_{i=1}^{n} v(\{i\})$$

Spełnienie powyższych warunków jest konieczne dla wystąpienia efektu synergii. Ponieważ w grze superaddytywnej warto łączyć koalicje, należy oczekiwać, że racjonalni gracze utworzą wielką koalicję N i między wszystkich będą dzielić wielkość v(N). Powstaje zatem pytanie: jakiego podziału sumy mogą dokonać? Podział wygranej między uczestników gry określony jest przez wielowymiarowy wektor:

$$x = (x_1, x_2, \ldots, x_n) \in X \subseteq R_+^n$$

gdzie :

X – zbiór wszystkich możliwych podziałów

$$x1 + x2 + \ldots + x_n = v(N).$$

Zbiór wszystkich podziałów w grze v możemy oznaczyć $P(v)$. Rozwiązaniem podziału wygranej w grze jest dowolna funkcja p określona na zbiorze wszystkich gier kooperacyjnych ze skończonymi zbiorami graczy, która każdej grze przypisuje pewien podzbiór zbioru podziałów w tej grze[6]. Rozwiązanie p określane jest mianem wartości, jeżeli dla każdej gry v zbiór ϱ(v) jest jednoelementowy, co oznacza, że w każdej grze istnieje dokładnie jeden podział. Wartość jest zatem uniwersalną, to znaczy dobrze określoną dla każdej gry, metodą podjęcia decyzji o podziale zysków między graczami w wielkiej koalicji. W przypadku, gdy podział $v(N)$ będzie zgodny z pewną wartością, nie występują problemy braku jednoznaczności czy nie występowania podziału postulowanego. Te występują w przypadku rozwiązań wieloelementowych[7].

W przypadku rozwiązań wieloelementowych rozwiązaniem gry (N,v) jej jest podzbiór zbioru $P(v)$ składający się z trzech podziałów, spośród których gracze powinni wybierać. Możliwe jest rozwiązanie:

- egalitarne e – zgodnie z którym podział wygranej jest równy, to znaczy, że każdy gracz w grze (N,v) otrzymuje wielkość:

$$\frac{v(N)}{n}$$

- proporcjonalne p, zgodnie z którym wielkość zysków dzieli się między graczy proporcjonalnie do ich możliwości:

$$p(N, v) = p_1(v), p_2(v), \ldots, p_n(v)),$$

gdzie:

$$p_i(v) = \frac{v(\{i\}) \cdot v(N)}{\sum_{j=1}^{n} v(\{j\})}$$

- bliskie równemu, co oznacza że dla każdej pary graczy i,j:

$$|x_i - x_j| \leq \mathcal{E}$$

gdzie:

ε – pewna (mała) liczba dodatnia

Poza wspomnianymi rozwiązaniami istnieje jeszcze takie, zgodnie z którym każda koalicja otrzymuje co najmniej tyle, ile byłaby w stanie wypracować samodzielnie. Musi ono spełniać warunek:

$$\forall T \subset N\ x_T = \sum_{j \in T} x_j \geq v(T)$$

Rozwiązanie takie wydaje się być o wiele ciekawsze i rozsądniejsze, a niżeli opisane wcześniej, gdyż każdej grze przypisuje rdzeń oznaczany przez $C(v)$. W teorii gier rdzeń jest najważniejszym i najpowszechniej akceptowanym rozwiązaniem. U podstaw leży założenie, że każdy podział powinien być racjonalny, to znaczy znajdować się w rdzeniu gry, czyli zbiorze wszystkich podziałów spełniających warunki racjonalności[8]:

- zbiorowej:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = v(N)$$

- indywidualnej:

$$x_i \geq v\,(\{i\}),\ i = 1,2, \ldots, n$$

- koalicyjnej:

$$\sum_{i \in S} x_i \geq v(S), S \subseteq N$$

Spełnienie warunku racjonalności zbiorowej określane jest mianem preimputacji, a warunku racjonalności indywidualnej i zbiorowej jednocześnie – imputacji. Zawiązanie wielkiej koalicji jest sensowne wtedy i tylko wtedy, gdy w grze istnieje przynajmniej jeden podział racjonalny, spełniający wszystkie warunki racjonalności. W innym przypadku tworzenie wielkiej koalicji jest nieopłacalne, przynajmniej dla jednego gracza. W przypadku istnienia rdzenia pustego może wystąpić subgra, to znaczy gra uwzględniająca tylko graczy tworzących racjonalną koalicję (w sensie wskazanych warunków racjonalności) w odniesieniu do zbioru tych graczy.

[5] Szerzej: *Innowacyjne metody i narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji w zarządzaniu, (red. nauk.) A. Kapczyński,WSB, Dąbrowa Górnicza 2010,* s. 16 i nn.

[6] M. Malewski, *Wartość Shapleya,* „Decyzje" 2008, nr 10, s. 30.

[7] Ibidem.

[8] M. Wolny, *Podejmowanie decyzji menedżerskich wspomagających kooperację bazujące na teorii gier,* [w:] *Innowacyjne metody…,* op. cit., s. 16.

Ponieważ podział egalitarny i proporcjonalny nie w każdej grze pozwala rozsądnie podzielić oczekiwane efekty, żadne z rozwiązań nie jest uniwersalne. Rodzi się zatem pytanie: czy istnieje taka wartość, która prowadzi do zdroworozsądkowego podzielenia wygranej. Wydaje się, że metodą taką jest obliczenie wartości *Shapleya* (φ)[9], która dla i-tego gracza wynosi:

$$\varphi_i = \frac{1}{n!} \sum_{\substack{S \subset N \\ i \in S}} (s-1)!\,(n-s)!\,[v(S) - v(S\{i\})]$$

gdzie:

s – liczebność koalicji S

Wartość Shapleya jest to średnia wartość wygranej, którą wnosi do wielkiej koalicji *i-ty* gracz, w przypadku, gdy występuje równe prawdopodobieństwo kolejności tworzenia koalicji. Oznacza to, że imputacją jest zawsze:

$$\varphi_i = (\varphi_{1,}\, \varphi_2, \ldots, \varphi_n)$$

Z interpretacji wartości wynika, że zgodnie z wartością Shapleya każdy gracz otrzymuje tyle, ile średnio wynosi dla koalicji.

Podziału wygranej można dokonać także z wykorzystaniem wartości *Banzhafa* (β), gdyż określa siłę gracza w koalicji. Indeks ten oznacza odsetek koalicji wygrywających, w których dany koalicjant ma decydującą rolę, to znaczy gdy gracz wycofa się i koalicja nie będzie miała większości. Wartość *Benzhafa* ($\beta = (\beta 1, \beta 2, \ldots, \beta n)$) często nie jest imputacją, gdyż nie spełnia warunku racjonalności zbiorowej. Wartość Banzhafa (β) opiera się na pojęciu gracza krytycznego. Dla *i-tego* gracza można ją przedstawić jako odsetek koalicji, dla których jest on krytyczny (pozytywnie lub negatywnie) wśród wszystkich koalicji[10]:

$$\beta_i = \frac{2\eta_i}{2^n}$$

gdzie:

η_i – liczba koalicji, dla których *i-ty* gracz jest krytyczny pozytywnie;

Liczba η_i jest równa liczbie koalicji, dla których *i-ty* gracz jest krytyczny negatywnie. Każda koalicja, dla której *i-ty* gracz jest krytyczny pozytywnie, po „uzupełnieniu" ją o tego gracza, staje się koalicją, w której gracz ten jest krytyczny negatywnie. Łączna liczba koalicji, dla których *i-ty* gracz jest krytyczny pozytywnie lub negatywnie jest równa $2\eta_i$. Suma wartości *Benzhafa* dla wszystkich graczy w danej grze nie musi być równa 1. Z tego też powodu, dla uzyskania indeksu siły *Banzhafa* wartości te należy znormalizować:

$$\beta_i^* = \frac{\beta_i}{\sum_{i \in N} \beta_i}$$

Indeks Banzhafa oblicza się dla każdego koalicjanta i przedstawia się w postaci ułamka.

Zastosowanie gier w logistyce – przykład gry kooperacyjnej

Dla łatwiejszego zrozumienia gry kooperacyjnej z koalicjami posłużmy się krótkim przykładem. Trzech drobnych plantatorów {1,2,3} zebrało maliny → pierwszy i drugi po 250 kilogramów, a trzeci – 200 kilogramów. Dwóch pierwszych nie posiada środka transportu, musi sprzedawać owoce w pobliżu plantacji. W konsekwencji pierwszy, dzięki korzystnej lokalizacji (w pobliżu głównej osi komunikacyjnej) może sprzedać maliny za 9 zł/kg, drugi położony jest z dala od drogi i może uzyskać tylko 7,50 zł/kg. Trzeci plantator posiada własny środek transportu i może swoje owoce oferować na targowisku w najbliższym mieście, co pozwoli mu osiągnąć cenę 10,50 zł/kg malin. Transport owoców do miasta wraz z opłatą placową na targowisku wynosi 150 zł. Może także sprzedać owoce w pobliżu plantacji, ale jedynie za 8,20 zł/kg. Dla wyznaczenia funkcji charakterystycznej należy przeanalizować możliwości wszystkich koalicji:

I. koalicje jednoosobowe:

v ({1}) → 250 x 9,00 = 2250 zł
v ({2}) → 250 x 7,50 = 1875 zł
v ({3}) → 200 x 8,50 = 1700 zł lub
v ({3}) → 200 x 11,50 - 150 = 2300 – 150 = 2150 zł (druga wersja wymaga poniesienia kosztów

II. koalicja plantatora 1 i 2 → sprzedaż wszystkich truskawek u plantatora 1

v ({1,2}) → 9,00 x (250 + 250) = 4500 zł

III. koalicja plantatora 1 lub 2 z plantatorem 3

v ({1,3}) → 11,50 x (250 + 200) - 150 = 5025 zł
v ({2,3}) → 11,50 x (250 + 200) - 150 = 5025 zł

IV. wielka koalicja

v ({1,2,3}) → 11,50 X (250 + 250 + 200) – 150 = 7900 zł

Analiza efektów wyodrębnionych koalicji pozwala stwierdzić, że każdorazowo prowadzą one do osiągnięcia korzystniejszych wyników w stosunku do samodzielnej sprzedaży owoców przez plantatorów. Co więcej: współdziałanie graczy implikuje efekt synergii, to znaczy, że zarobki dowolnych dwóch rozłącznych koalicji są każdorazowo większe, aniżeli maksymalne dochody każdej z koalicji wypracowane z osobna, na przykład dla jednoosobowych koalicji {1} i {2}:

$$v\{1\}) = 2.250,\ v(\{2\}) = 1.875 \rightarrow v(\{1\}) \cup v(\{2\}) = 4.500 > 2.250 + 1.875$$

Zastanówmy się, jaki mógłby być podział zysków w przedstawionym wcześniej przykładzie plantatorów malin. Pierwszy podział, jakiego dokonamy, będzie podziałem egalitarnym, wedle którego wartość zysku obliczoną dla wariantu ocenionego jako najkorzystniejszy, jest po-

[9] L.S. Shapley, On balanced sets and cores, „Naval Research Logistics Quarterly" 1967, No.14, s. 453 i nn.
[10] M. Bożykowski, M. Jasiński, *Struktura cząstkowej jednolitości graczy a ich znaczenie w zgromadzeniu. Hybrydowe indeksy siły*, „Decyzje" 2014, nr 21, s. 9 i nn.

dzielona przez liczbę graczy. Wynika z tego, że każdy plantator uzyska kwotę $\frac{7900}{3} = 2633\frac{1}{3}$. Stosując regułę podziału bliskiego równemu, każdy z plantatorów może uzyskać kwotę z przedziału od $2633\frac{1}{3} - \frac{\varepsilon}{3}$ do $2633\frac{1}{3} + \frac{\varepsilon}{3}$, jednakże wszystkie kwoty łącznie muszą dać 7900. Podział proporcjonalny natomiast daje plantatorowi pierwszemu kwotę

$$p_1 = 2250 \cdot \frac{7900}{2250+1875+2150} = 2250 \cdot 1{,}26$$

a pozostałym plantatorom odpowiednio p_2=1875x1,26; p_3 = 2150*1,26.

Natomiast rdzeniem jest wektor $(x_1, x_2, x_3) \in R^3$, którego współrzędne spełniają warunki:

$v(\{1\}) = 2250 \leq x_1 \leq v(\{1, 2, 3\}) - v(\{2, 3\}) = 7900 - 5025 = 2875$
$v(\{2\}) = 1875 \leq x_2 \leq v(\{1, 2, 3\}) - v(\{1, 3\}) = 7900 - 5025 = 2875$
$v(\{3\}) = 2150 \leq x_3 \leq v(\{1, 2, 3\}) - v(\{1, 2\}) = 7900 - 4500 = 5400$
$x_1 + x_2 + x_3 = 7900.$

Rozważając trzech plantatorów truskawek wszystkich możliwych uporządkowań graczy jest sześć. Wkłady graczy do koalicji poprzedników przy wszystkich uporządkowaniach w grze producentów truskawek przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Wielkość wkładów plantatorów truskawek/ graczy.

Kolejność graczy	Wkłady graczy		
	1	2	3
1, 2, 3	2250	2250	3400
1, 3, 2	2250	2875	2775
2, 3, 1	2875	1875	3150
2, 1, 3	2625	1875	3400
3, 2, 1	2875	2875	2150
3, 1, 2	2875	2875	2150
średnie	2625	2437,5	2837,5

Źródło: opracowanie własne.

Dla przykładu wyliczono wielkość wkładów poszczególnych graczy dla wielkiej koalicji utworzonej w kolejności 2, 3, 1:

- wkładem gracza 2 jest: v({2}) = 1875
- wkładem gracza 3 jest: v({2,3}) – v({2}) = 5025 – 1875 = 3150
- wkładem gracza 1 jest: v({1, 2, 3}) – v({2, 3}) = 7900 – 5025 = 2875.

Średnie wkłady podano w ostatnim wierszu tabeli – powstają one przez wysumowanie odpowiedniej kolumny i podzielenie sumy przez liczbę możliwych ustawień graczy.

Uzyskany w ten sposób podział wkładów zawsze jest takim podziałem w tej grze, że przy każdym uporządkowaniu suma wkładów wszystkich graczy jest oczywiście równa v(N) = 7900. Podział ten nazywamy wartością Shapleya gry v i oznaczamy przez $\phi(v)$. Składowe tego wektora to wartości Shapleya poszczególnych graczy – ich udziały w podziale zadanym przez wartość Shapleya.

W grze z wkładami graczy, takimi jak w tabeli, mamy zatem:

$$\varphi(1) = 2625; \varphi(2) = 2437{,}5; \varphi(3) = 2837{,}5$$

i w ten sposób podzielą kwotę v(N) = 7900 trzej producenci truskawek – jeśli uzgodnią zastosowanie przy podziale wartości Shapleya.

Załóżmy dodatkowo, że w rejonie ich obsługi znajduje się łącznie 8 punktów sprzedaży truskawek. Każdy z plantatorów „zaklepał" sobie już w dotychczasowej działalności odpowiednią liczbę punktów sprzedaży i tak: plantator nr 1 ma 3 punkty sprzedaży, plantator nr 2 ma 4 punkty sprzedaży, a plantator nr 3 ma 6 punktów sprzedaży. Tak przyjęte założenie pozwala nam na rozpatrzenie następującej gry ważonej większości: [8; 3, 4, 6]. Aby obliczyć wartości indeksu siły Banzhafa należy rozpatrzeć wszystkie możliwe koalicje wygrywające i wskazać za każdym przypadku gracza krytycznego. W analizowanym przypadku nie brano pod uwagę „koalicji" pojedynczych, gdyż żaden z plantatorów nie ma pozycji dominującej w stosunku do pozostałych. Natomiast pozostałe koalicje to $\{P_1, P_2\}$, $\{P_1, P_3\}$, $\{P_2, P_3\}$ oraz $\{P_1, P_2, P_3\}$. Wśród wymienionych koalicji należy teraz sprawdzić która jest wygrywająca:

Tab. 2. Koalicja i wartość gry.

Koalicja	Wartość gry
$\{P_1, P_2\}$	$3 + 4 = 7 < 8$
$\{P_1, P_3\}$	$3 + 6 = 9 > 8$
$\{P_2, P_3\}$	$4 + 6 = 10 > 8$
$\{P_1, P_2, P_3\}$	$3 + 4 + 6 = 13 > 8$

Źródło: opracowanie własne.

Z uzyskanych wartości mamy, że koalicje $\{P_1, P_3\}$, $\{P_2, P_3\}$ oraz $\{P_1, P_2, P_3\}$ są wygrywające, ponieważ współpracując plantatorzy mogą zyskać więcej, niż oddzielnie. Koalicja $\{P_1, P_2\}$ nie jest wygrywająca, ponieważ współpraca nie przyniesie plantatorom korzyści (wspólny wynik to 7). Kolejny krok to wskazanie gracza krytycznego w każdej koalicji, czyli takiego który „uciekając" z koalicji spowoduje spadek wartości koalicji. W koalicji $\{P_1, P_3\}$ graczami krytycznymi są oboje plantatorzy, ponieważ jeśli z koalicji wystąpi plantator nr 1, to sam plantator nr 3 uzyskuje wartość na poziomie 6 punktów sprzedaży, a to jest wartość mniejsza niż zakładane 8 punktów dla wspólnej kooperacji. Analogicznie: jeśli z omawianej koalicji wystąpi plantator nr 3 to plantator nr 1 ma jedynie 3 punkty sprzedaży co jest wartością mniejsza niż 8. W koalicji {P2, P3} obaj plantatorzy są graczami krytycznymi, natomiast w ostatniej koalicji $\{P_1, P_2, P_3\}$ tylko plantator nr 3 jest graczem krytycznym. Ostatni etap to zliczenie, ile razy który plantator był graczem krytycznym, i tak:

Tab. 2.

Plantator	Gracz krytyczny	Indeks Banzhafa
P_1	1	1/5
P_2	1	1/5
P_3	3	3/5
suma	5	1

Źródło: opracowanie własne.

Chcąc uzyskać indeks siły Banzhafa wartości te należy znormalizować, jednakże w analizowanym przypadku uzyskane wartości są już wartościami znormalizowanymi: β_i^*=[0,2;0,2;0,6]. Co wskazuje na to że plantator nr 3 ma trzykrotnie większą siłę rynkową od pozostałych, natomiast plantator nr 1 i plantator nr 2 mają taką samą siłę.

Podsumowanie

Teoria gier kooperacyjnych jednoznacznie wskazuje, że kooperacja pozwala na generowanie korzyści i efektów synergicznych. Może być zatem z powodzeniem zastosowana w procesie podejmowania decyzji w łańcuchu dostaw, którego istotą jest współpraca ogniw łańcucha realizujących wspólny cel – dostarczyć klientom takich produktów jakich oczekują.

Potencjał rozwojowy gier decyzyjnych jest ogromny. Umiejętność ich konstruowania, programowania i użytkowania coraz częściej stanowi kluczowy element intelektualnej dominacji nad konkurencją. Najefektywniejszymi i najtańszymi rozwiązaniami w tym zakresie wydają się być komputerowe systemy symulacyjne (komputerowe gry decyzyjne). Są one przydatne tam, gdzie klasyczne, analityczne wyznaczanie rozwiązań jest zbyt pracochłonne, a nawet niemożliwe. Wykorzystywane są do rozwiązywania dynamicznych modeli systemów.

Streszczenie

W artykule zaprezentowano możliwości zastosowania teorii gier kooperacyjnych w podejmowaniu decyzji logistycznych. Wskazano, że kooperacja pozwala na generowanie korzyści i efektów synergicznych i może być z powodzeniem stosowana w procesie podejmowania decyzji w całym łańcuchu dostaw.
Słowa kluczowe: decyzje logistyczne, gry decyzyjne.

Co-operation game in logistic decision making

Summary
The article presents the possibilities of applying the theory of cooperative games in logistic decision making. It was indicated that co-operation allows for the generation of synergies and synergies and can be successfully used in decision-making throughout the supply chain.
Key words: logistics decisions, Co-operation games.

Literatura/Bibliography

[1]. Bożykowski M., Jasiński M., Struktura cząstkowej jednolitości graczy a ich znaczenie w zgromadzeniu. Hybrydowe indeksy siły, „Decyzje", nr 21/2014.
[2]. Innowacyjne metody i narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji w zarządzaniu, (red. nauk.) A. Kapczyński, WSB, Dąbrowa Górnicza 2010.
[3]. Malewski M., Wartość Shapleya, „Decyzje", nr 10/2008.
[4]. Shapley L.S., On balanced sets and cores, „Naval Research Logistics Quarterly" 1967, No.14.
[5]. von Neumann J., Zur theorie der gesellschaftsspiele, „Mathematische Annalen", 1928, T. 100
[6]. Wolny M., Podejmowanie decyzji menedżerskich wspomagających kooperację bazujące na teorii gier, [w:] Innowacyjne metody i narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji w zarządzaniu (red. nauk.) A. Kapczyński, WSB, Dąbrowa Górnicza 2010.